

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT: YOUNG HOON, ET AL.)
)
FOR: METHOD OF DEPOSITING THIN FILM USING)
ALUMINUM OXIDE)

CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Commissioner:

Enclosed herewith is a certified copy of Korean Patent Application No. 2002-0072380 filed on November 20, 2002. The enclosed Application is directed to the invention disclosed and claimed in the above-identified application.

Applicants hereby claim the benefit of the filing date of November 20, 2002, of the Korean Patent Application No. 2002-0072380, under provisions of 35 U.S.C. 119 and the International Convention for the protection of Industrial Property.

Respectfully submitted,

CANTOR COLBURN LLP

By: 

Soonja Bae

Reg. No. (Please see attached)
Cantor Colburn LLP
55 Griffin Road South
Bloomfield, CT 06002
Telephone: (860) 286-2929
Fax: (860) 286-0115
PTO Customer No. 23413

Date: November 19, 2003

**KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE**

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

Application Number: Korean Patent Application 2002-0072380

Date of Application: 20 November 2002

Applicant(s): Integrated Process Systems

31 October 2003

COMMISSIONER



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0072380
Application Number

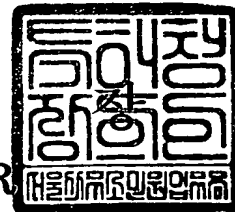
출원 년 월 일 : 2002년 11월 20일
Date of Application NOV 20, 2002

출원인 : 주식회사 아이피에스
Applicant(s) Integrated Process Systems



2003 년 10 월 31 일

특 허 청
COMMISSIONER





1020020072380

출력 일자: 2003/11/8

【서지사항】

【서류명】	명세서 등 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002. 12. 06
【제출인】	
【명칭】	주식회사 아이피에스
【출원인코드】	1-1998-097346-8
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2002-030299-1
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2002-0072380
【출원일자】	2002. 11. 20
【심사청구일자】	2002. 11. 20
【발명의 명칭】	알루미늄 화합물을 이용한 박막증착방법
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-02-0383122-50
【접수일자】	2002. 11. 20
【보정할 서류】	명세서등
【보정할 사항】	
【보정대상항목】	별지와 같음
【보정방법】	별지와 같음
【보정내용】	별지와 같음
【취지】	특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정에 의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인 이영필 (인)
【수수료】	
【보정료】	0 원
【추가심사청구료】	0 원
【기타 수수료】	0 원
【합계】	0 원



1020020072380

출력 일자: 2003/11/8

【첨부서류】

1. 보정내용을 증명하는 서류_1통

【보정대상항목】 식별번호 28

【보정방법】 정정

【보정내용】

제2반응가스공급부(310)는 액상원료 버블링기로서, 제2반응가스의 액상 원료인 TMA 가 수용된 캐니스터(311)와, 캐니스터(311)로 유입되는 캐리어가스(불활성가스)의 흐름량을 제어하는 캐리어가스MFC(312)와, 캐니스터(311)에서 제2가스라인(300)으로의 TMA 가스의 흐름을 온/오프하는 TMA피딩밸브(V9)와, 캐니스터(311)에서 반응용기(10)를 경유하지 않고 배기라인(500)으로의 TMA 가스의 흐름을 온/오프하는 TMA바이패스밸브(V10)와, 캐리어가스MFC(312)를 경유한 캐리어가스를 제2가스라인(300)으로 직접 흐르게 하기 위한 캐니스터바이패스밸브(V11)를 포함한다. 캐리어가스MFC(312)와 캐니스터(311) 사이, 그리고 캐니스터(311)와 제2가스라인(300) 사이에는 각각 밸브(V12)(V13)가 설치되고, 밸브(V12)(V13)와 캐니스터(311) 사이에 3 개에 매뉴얼밸브(M1)(M2)(M3)가 설치된다. 이때, TMA 를 공급하는 캐니스터는 16℃ ~ 40℃ 로 유지되며, 500 cc 에서 3000 cc 이하의 용적을 가진다. 본 실시예에서, 캐니스터의 온도는 25℃ 이고 용적은 1000 cc 로 하였다.

【보정대상항목】 청구항 3

【보정방법】 정정

【보정내용】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 TMA 를 공급하는 캐니스터는 16℃ ~ 40℃ 로 유지되며, 500 cc 에서 3000 cc 이하의 용적을 가지는 것을 특징으로 하는 알루미늄 화합물을 이용한 박막증착방법.

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0007
【제출일자】	2002. 11. 20
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	알루미늄 화합물을 이용한 박막증착방법
【발명의 영문명칭】	Method for depositing thin film on wafer using Aluminum compound
【출원인】	
【명칭】	주식회사 아이피에스
【출원인코드】	1-1998-097346-8
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2002-030299-1
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2002-030300-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박영훈
【성명의 영문표기】	PARK, Young Hoon
【주민등록번호】	721013-1063216
【우편번호】	450-090
【주소】	경기도 평택시 지제동 33번지
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	안철현
【성명의 영문표기】	AHN, Chul Hyun
【주민등록번호】	710711-1841612

【우편번호】	450-090
【주소】	경기도 평택시 지제동 33번지
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	임홍주
【성명의 영문표기】	LIM,Hong Joo
【주민등록번호】	680123-1029312
【우편번호】	450-090
【주소】	경기도 평택시 지제동 33번지
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이상규
【성명의 영문표기】	LEE,Sang Kyu
【주민등록번호】	580704-1056912
【우편번호】	450-090
【주소】	경기도 평택시 지제동 33번지
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	배장호
【성명의 영문표기】	BAE,Jang Ho
【주민등록번호】	571109-1695929
【우편번호】	450-090
【주소】	경기도 평택시 지제동 33번지
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	1 면 1,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	4 항 237,000 원

【합계】	267,000 원
【감면사유】	중소기업
【감면후 수수료】	133,500 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 중소기업기본법시행령 제2조에 의 한 중소기업에 해당함을 증명하는 서류_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 알루미늄 화합물을 이용한 박막증착방법은 기판(w) 상에 Al_2O_3 박막을 증착하는 ALD 박막증착단계(S2);를 포함하며, ALD 박막증착단계(S2)는, 제1분사홀(14a)들을 통하여 적어도 $100g/cm^3$ 이상의 농도와 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 제1반응가스인 오존을 분사하고, 동시에 제2분사홀(14b)들을 통하여 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 불활성가스를 분사하는 오존 피딩단계(S1)와; 오존의 공급을 중단하고 제1분사홀(14a)들을 통하여 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 불활성가스를 제1분사홀(14a)들로 분사하며, 동시에 오존 피딩단계(S1)에서와 동일한 불활성가스를 제2분사홀(14b)들을 통하여 분사하는 오존 퍼지단계(S2)와; 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 캐리어가스에 의하여 이송되는 제2반응가스인 TMA를 제2분사홀(14b)들을 통하여 분사하고, 동시에 제1분사홀(14a)들로 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 불활성가스를 분사하는 TMA 피딩단계(S3)와; TMA의 공급을 중단하고 TMA 피딩단계(S3)에서와 동일한 캐리어가스를 제2분사홀(14b)을 통하여 분사하며, 동시에 TMA 피딩단계(S3)에서와 동일한 불활성가스를 제1분사홀(14a)들로 분사하는 TMA 퍼지단계(S4);로 구성되는 ALD 싸이클을 적어도 2 회 이상 수행한다.

【대표도】

도 2

【명세서】

【발명의 명칭】

알루미늄 화합물을 이용한 박막증착방법{Method for depositing thin film on wafer using Aluminum compound}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 박막증착방법을 수행하는 박막증착장치의 구성도,

도 2는 도 1의 박막증착장치를 이용한 박막증착방법의 일 실시예를 그래프로 도시한 도면,

도 3은 본 발명의 박막증착방법에 있어서, 박막의 증착 선형성을 보이는 그래프,

도 4는 본 발명의 박막증착방법에 있어서, 오존의 흐름량 증가에 따른 두께 개선 효과를 도시한 도면.

도 5는 도 1의 박막증착장치를 이용한 박막증착방법의 다른 실시예를 그래프로 도시한 도면.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

10 ... 반응용기

12 ... 리액터블럭

13 ... 탑리드

14 ... 샤워헤드

14a ... 제1분사홀

14b ... 제2분사홀

14d ... 가스커튼홀

15 ... 웨이퍼블럭

20 ... 가스공급부

200 ... 제1가스라인

210 ... 제1반응가스공급부

220 ... 오존퍼지가스공급부

300 ... 제2가스라인

310 ... 제2반응가스공급부

320 ... 메인퍼지가스공급부

400 ... 커튼가스라인

410 ... 커튼가스공급부

500 ... 배기라인

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<16> 본 발명은 박막증착방법에 관한 것으로서, 상세하게는 오존과 TMA(TriMethylAluminum)를 이용하여 기판에 알루미늄 산화막을 증착하기 위한 알루미늄 화합물을 이용한 박막증착방법에 관한 것이다.

<17> 알루미늄 산화막의 증착은 웨이퍼와 같은 기판이 수납된 반응용기내로 오존과 TMA 를 교호적으로 피딩 및 퍼지하는 ALD 공정을 통하여 원자층 단위로 이루어지며, 이에 관련된 기술은 본 출원인이 1999년 경에 출원한 출원번호 1999-058541 에 기재되어 있다. 알루미늄 산화막을 증착하는데 있어, 반도체 소자의 수율을 높이거나 품질을 높이기 위하여 기판상에 증착되는 알루미늄 산화막은 보다 균일한 두께를 가지며 순도가 좋아야 한다. 따라서, 보다 나은 두께 균일성과 순도를 구현할 수 있는 다양한 공정조건들을 찾기 위하여 다양한 연구가 이루어지고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<18> 본 발명은 상기와 같은 요구를 반영하기 위하여 창출된 것으로서, 기판상에 증착되는 알루미늄 산화막의 두께 균일성 및 전기적 특성을 더욱 개선할 수 있는 알루미늄화합물을 이용한 박막증착방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<19> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 알루미늄 화합물을 이용한 박막증착방법은, 웨이퍼블럭(15)이 내장되는 리액터블럭(12)과; 상기 리액터블럭(12)을 덮어 소정의 압력이 일정하게 유지되도록 하는 탑리드(13)와; 상기 탑리드(13)의 하부에 설치되는 것으로서, 가스공급부(20)로부터 유입되는 제1반응가스를 상기 기판(w)의 상부로 분사하는 다수의 제1분사홀(14a)과, 상기 가스공급부(20)로부터 유입되는 제2반응가스를 상기 기판(w)의 상부로 분사하는 다수의 제2분사홀(14b)이 형성된 샤워헤드(14);를 포함하는 반응용기(10)를 이용하여 상기 기판(w)상에 알루미늄 산화막(Al_2O_3)을 증착하기 위하여, 기판의 온도를 적어도 $250^{\circ}C$ 이상으로 유지될 수 있도록 온도설정된 웨이퍼블럭(15) 상에 기판(w)을 안착시키는 기판안착단계(S1)와; 제1반응가스와 제2반응가스를 교호적으로 상기 기판(w) 상에 분사하여 Al_2O_3 박막을 증착하는 ALD 박막증착단계(S2);를 포함한다. 상기 ALD 박막증착단계(S2)는, 상기 제1분사홀(14a)들을 통하여 적어도 $100g/cm^3$ 이상의 농도와 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 제1반응가스인 오존을 분사하고, 동시에 상기 제2분사홀(14b)들을 통하여 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 불활성가스를 분사하는 오존 피딩단계(S1)와; 상기 오존의 공급을 중단하고 상기 제1분사홀(14a)들을 통하여 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 불활성가스를 상기 제1분사홀(14a)들로 분사하며, 동시에 상기 오존 피딩단계(S1)에서와 동일한 상기 불활성가스를 제2분사홀(14b)들을 통하여 분사하는 오존 퍼지단계(S2)와; 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 캐리어가스에 의하여 이송되는 제2반응가스인 TMA를 상기 제2분사홀(14b)들을 통하여 분사하고, 동시에 상기 제1분사홀(14a)들로 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 불활성가스를 분사하는 TMA 피딩단계(S3)와; 상기 TMA의 공급을 중단하고 상기 TMA 피딩단계(S3)에서와 동일한 상기 캐리어가스를 상기 제2분사홀

(14b)을 통하여 분사하며, 동시에 상기 TMA 퍼딩단계(S3)에서와 동일한 상기 불활성가스를 상기 제1분사홀(14a)들로 분사하는 TMA 퍼지단계(S4);로 구성되는 ALD 싸이클을 적어도 2 회 이상 수행하며, 상기 오존 퍼딩,퍼지단계(S1)(S2)는, 0.1초 ~ 4초 범위내로 설정되고, 상기 TMA 퍼딩,퍼지단계(S3)(S4)는 0.1초 ~ 3초 범위내로 설정되는 것을 특징으로 한다.

<20> 이때, 상기 샤워헤드(14)에 유입되는 불활성가스를 상기 기판(w)의 외주측(리액터블럭의 내측벽)으로 분사하는 가스커튼홀(14d)들이 형성되어 있고, 상기 ALD 박막증착단계가 진행되는 동안에 상기 가스커튼홀(14d)을 통하여 상기 기판(w) 외주측으로 적어도 50sccm 이상의 불활성가스를 분사하는 것이 바람직하다.

<21> 한편, 상기 반응용기(10)로 유입되는 모든 가스의 흐름을 차단함으로써 이루어지는 vacuum 퍼지단계를 상기 ALD 싸이클내에 모든 단계들(S1, S2, S3, S4) 사이의 임의의 경계에서 선별적으로 수행하며, 0.1초 ~ 4 초 범위내로 설정될 수도 있다.

<22> 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 알루미늄화합물을 이용한 박막증착방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<23> 도 1은 본 발명의 박막증착방법을 수행하는 박막증착장치의 구성도이고, 도 2는 도 1의 박막증착장치를 이용한 박막증착방법의 실시예를 그래프로 도시한 도면이다. 도면을 참조하면 알루미늄화합물을 이용한 박막증착방법을 구현하는 박막증착장치는, 적어도 하나 이상의 웨이퍼나 글라스와 같은 기판(w)이 수납되는 반응용기(10)와, 반응용기로 반응가스를 공급하기 위한 가스공급부(20)를 포함한다.

<24> 반응용기(10)는, 적어도 하나 이상의 웨이퍼나 글라스와 같은 기판이 안착되는 웨이퍼블럭(15)이 내장되는 리액터블럭(12)과, 리액터블럭(12)을 덮어 소정의 압력이 일정하게 유지되

도록 하는 탭리드(13)와, 탭리드(13)의 하부에 설치되는 것으로서, 유입되는 제1반응가스를 기판(w)의 상부로 분사하는 다수의 제1분사홀(14a)과, 유입되는 제2반응가스를 기판(w)의 상부로 분사하는 다수의 제2분사홀(14b)과, 유입되는 커튼가스(불활성가스)를 상기 기판(w)의 외주측(리액터블럭의 내측벽)으로 분사하는 다수의 가스커튼홀(14d)이 형성된 샤워헤드(14)를 포함한다.

<25> 가스공급부(20)는, 제1분사홀(14a)과 연결된 제1가스라인(200)으로 제1반응가스인 오존(O_3)을 공급하기 위한 제1반응가스공급부(210)와, 제1가스라인(200)으로 오존을 퍼지하기 위한 오존퍼지가스(불활성가스)를 공급하는 오존퍼지가스공급부(220)와, 제2분사홀(14b)과 연결된 제2가스라인(300)으로 제2반응가스인 TMA(TriMethylAluminum) 가스를 공급하기 위한 제2반응가스공급부(310)와, 제2가스라인(300)으로 메인퍼지가스(불활성가스)를 공급하는 메인퍼지가스공급부(320)와, 가스커튼홀(14d)과 연결된 커튼가스라인(400)으로 리액터블럭(12) 내벽에 가스커튼을 형성하기 위한 커튼가스(불활성가스)를 공급하는 커튼가스공급부(410)를 포함한다.

<26> 제1반응가스공급부(210)는, 오존(O_3)을 발생하는 오존생성유닛(211)과, 오존생성유닛(211)에서 발생된 오존의 흐름량을 제어하는 오존MFC(212)와, 오존MFC(212)에서 제1가스라인(200)으로의 오존의 흐름을 온/오프하는 오존피딩밸브(V4)와, 오존MFC(212)에서 반응용기(10)를 경유하지 않고 배기라인(500)으로 오존의 흐름을 온/오프하는 오존피딩바이패스밸브(V5)를 포함한다. 오존생성유닛(211)은 MFC 및 밸브(V1)(V2)를 경유하여 유입되는 산소(O_2) 및 질소(N_2)로부터 오존을 발생시키는 오존생성기(211a)를 가지며, 오존생성유닛(211)으로부터 과다하게 발생되는 오존은 오존바이패스밸브(V3)를 통한 후 오존제거기(214)를 거쳐 대기로 배기된다.

- <27> 오존퍼지가스공급부(220)는, 유입되는 오존퍼지가스(불활성가스)의 흐름량을 제어하는 오존퍼지가스MFC(222)와, 오존퍼지가스MFC(222)에서 제1가스라인(200)으로의 오존퍼지가스의 흐름을 온/오프하는 오존퍼지밸브(V6)와, 오존퍼지가스MFC(222)에서 반응용기(10)를 경유하지 않고 배기라인(500)으로의 오존퍼지가스의 흐름을 온/오프하는 오존퍼지바이패스밸브(V7)를 포함한다.
- <28> 제2반응가스공급부(310)는 액상원료 버블링기로서, 제2반응가스의 액상 원료인 TMA 가 수용된 캐니스터(311)와, 캐니스터(311)로 유입되는 캐리어가스(불활성가스)의 흐름량을 제어하는 캐리어가스MFC(312)와, 캐니스터(311)에서 제2가스라인(300)으로의 TMA 가스의 흐름을 온/오프하는 TMA피딩밸브(V9)와, 캐니스터(311)에서 반응용기(10)를 경유하지 않고 배기라인(500)으로의 TMA 가스의 흐름을 온/오프하는 TMA바이패스밸브(V10)와, 캐리어가스MFC(312)를 경유한 캐리어가스를 제2가스라인(300)으로 직접 흐르게 하기 위한 캐니스터바이패스밸브(V11)를 포함한다. 캐리어가스MFC(312)와 캐니스터(311) 사이, 그리고 캐니스터(311)와 제2가스라인(300) 사이에는 각각 밸브(V12)(V13)가 설치되고, 밸브(V12)(V13)와 캐니스터(311) 사이에 3개에 매뉴얼밸브(M1)(M2)(M3)가 설치된다.
- <29> 메인퍼지가스공급부(320)는, 유입되는 메인퍼지가스(불활성가스)의 흐름량을 제어하는 메인퍼지가스MFC(322)와, 메인퍼지가스MFC(322)에서 제2가스라인(300)으로의 메인퍼지가스의 흐름을 온/오프하는 메인퍼지밸브(V14)와, 메인퍼지가스MFC(322)에서 반응용기(10)를 경유하지 않고 배기라인(500)으로의 메인퍼지가스의 흐름을 온/오프하는 메인퍼지바이패스밸브(V15)를 포함한다.
- <30> 커튼가스공급부(410)는, 유입되는 커튼가스(불활성가스)의 흐름량을 제어하는 커튼가스MFC(412)와, 커튼가스MFC(412)에서 커튼가스라인(400)으로의 커튼가스의 흐름을 온/오프하는

커튼가스밸브(V17)와, 커튼가스MFC(412)에서 반응용기(10)를 경유하지 않고 배기라인(500)으로의 커튼가스의 흐름을 온/오프하는 커튼가스바이패스밸브(V18)를 포함한다.

- <31> 여기서, 가스들의 흐름량 제어는 MFC 를 통하여 수행하였으나 이는 일 실시예에 불과하고, 니들밸브를 통하여 흐름량을 제어할 수 있음은 물론이다.
- <32> 다음, 상기한 박막증착장치를 이용하여 기판상에 Al_2O_3 박막을 증착하는 박막증착방법을 설명한다.
- <33> 알루미늄화합물을 이용하여 기판(w)상에 Al_2O_3 박막을 증착하기 위하여, 웨이퍼블럭(15)상에 기판(w)을 안착시키는 기판안착단계(S1)와, Al_2O_3 박막증착을 위한 반응가스들을 기판(w)상에 분사하여 박막을 증착하는 박막증착단계(S2)를 포함한다.
- <34> 기판안착단계(S1)는 로봇암(미도시)이 이송모듈(미도시)에서 기판을 취출하여 반응용기(10)로 유입시킨 후 웨이퍼블럭(15) 상에 안착시킴으로써 이루어지고, 이 단계에서 기판(w)의 예열이 함께 이루어진다. 웨이퍼블럭(15)에 의하여 기판은 적어도 $250^{\circ}C$ 이상으로 가열된다. 본 실시예에서 사용된 기판은 300mm 직경을 가지는 웨이퍼이다.
- <35> 박막증착단계(S2)는, 오존피딩단계(S1) → 오존퍼지단계(S2) → TMA 피딩단계(S3) → TMA 퍼지단계(S4)로 구성되는 ALD 사이클을 1 회 이상 반복 수행함으로써 이루어진다. 이를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <36> 오존피딩단계(S1)는, 오존 MFC(212)에 의하여 소정 흐름량으로 제어된 오존을 오존피딩밸브(V4) → 제1가스라인(200) → 제1분사홀(14a)들을 통하여 기판(w) 상으로 분사하며, 동시에 메인퍼지가스MFC(322)에 의하여 소정의 흐름량으로 제어된 메인퍼지가스(불활성가스)를 메인퍼지밸브(V14) → 제2가스라인(300) → 제2분

사홀(14b)을 통하여 기판(w) 상으로 분사하는 단계이다. 이때, 오존은 100g/cm³ 이상의 농도와 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지며, 메인퍼지가스는 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가진다. 본 실시예에서, 상기 오존과 메인퍼지가스는 각각 300 sccm 의 흐름량을 가진다.

<37> 오존퍼지단계(S2)는, 오존의 공급을 중단하고 오존퍼지가스MFC(222)에 의하여 소정의 흐름량으로 제어된 오존퍼지가스(불활성가스)를 오존퍼지밸브(V6) → 제1가스라인(200) → 제1분사홀(14a)들을 통하여 반응용기(10) 내로 분사하고, 동시에 오존피딩단계(S1)에서와 동일한 메인퍼지가스를 제2분사홀(14b)을 통하여 기판(w) 상으로 분사하는 단계이다. 이때, 오존퍼지가스는 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가진다. 본 실시예에서, 오존퍼지가스는 300 sccm 의 흐름량을 가진다.

<38> TMA 피딩단계(S3)는, 캐리어가스MFC(312)에 의하여 소정의 흐름량으로 제어된 캐리어가스(불활성가스)를 캐니스터(311)를 경유케 한 후, 캐리어가스에 의하여 이송되는 TMA 가스를 TMA피딩밸브(V9) → 제2가스라인(300) → 제2분사홀(14b)들을 통하여 기판(w) 상으로 분사하고, 동시에 제1분사홀(14a)들로 오존퍼지가스를 분사하는 단계이다. 이때, 캐리어가스는 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지며, 오존퍼지가스는 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가진다. 본 실시예에서, 캐리어가스는 300 sccm 의 흐름량을 가지며, 오존퍼지가스 역시 300 sccm 의 흐름량을 가진다.

<39> TMA 퍼지단계(S4)는, TMA 의 공급을 중단하고 TMA 피딩단계(S3)에서와 동일한 캐리어가스를 캐니스터(311)를 경유하지 않고 제2분사홀(14b)들을 통하여 분사하며, 동시에 TMA 피딩단계(S3)에서와 동일한 오존퍼지가스를 제1분사홀(14a)들을 통하여 분사하는 단계이다.

- <40> 박막증착이 진행되는 동안에, 커튼가스MFC(412)에 의하여 소정의 흐름량으로 제어된 커튼가스(불활성가스)는 커튼가스밸브(V17) → 커튼가스라인(400) → 가스커튼홀(14d)들을 통하여 기판(w)의 외주측으로 분사하는 것이 바람직하다. 이때, 커튼가스는 50sccm 이상의 흐름량을 가지도록 하는데, 본 실시예에서는 450 sccm 의 흐름량을 가지도록 한다. 커튼가스는 반응용기 내부에 가스커튼을 형성하며, 가스커튼이 형성됨으로써 박막이 반응용기 내측벽 표면에 증착되는 것을 최소화할 수 있고 따라서 반응용기의 클리닝주기를 늘릴 수 있다.
- <41> 또한, 오존 피딩,퍼지단계(S1)(S2)는 각기 0.1초에서 4초 이내의 시간동안 지속시킨다. 본 실시예의 오존 피딩단계(S1)는 2초로 하였고, 오존 퍼지단계(S2)는 4초로 하였다. 또, TMA 피딩,퍼지단계(S3)(S4)는 0.1초 ~ 3초 범위내로 설정되었다. 본 실시예의 TMA 피딩(S3)은 0.2초로 하였고, TMA 퍼지(S4)는 1초로 하였다.
- <42> 이와 같이, 박막증착단계(S2)는, 오존피딩단계(S1)와, 오존퍼지단계(S2)와, TMA 피딩단계(S3)와, TMA 퍼지단계(S4)가 하나의 ALD 사이클을 이루며, 상기한 사이클을 원하는 산화막의 두께를 얻을 때까지 반복한다.
- <43> 도 3은 본 발명의 박막증착방법에 있어서, 오존을 대량으로 플로우시키는 조건 레시피에서 두께 선형성을 나타낸 것이다. 이때 사용된 오존의 흐름량은 670 sccm 이었다. 이와 같이 많은 오존을 플로우시킴에도 불구하고 과거의 500 sccm 이하로 오존을 플로우시키는 공정조건에 비하여 뒤떨어지지 않는 두께 선형 제어성을 보이고 있음을 알수 있다.
- <44> 도 4는 본 발명의 ALD 박막증착방법에 있어서, 다른 공정인자를 모두 유지한 상태에서 오존의 흐름량을 증가시켰을 때 두께 개선 효과를 도시한 도면이다. 여기서는 오존의 흐름량이 300 sccm 일때와 670 sccm 일때를 비교하였다. 상기한 데이터를 얻기 위하여, 대략 78회의 ALD

싸이클을 통하여 기판에 막막을 증착하고, 이후에 임의의 13 포인트에서의 박막의 두께를 측정하였다.

<45> 도면에 도시된 바와 같이, 300 sccm 에서 임의의 13 포인트 지점에서 얻어진 두께의 평균값은 64.9 Å 이었고, 이때 최고 두께와 최저 두께의 차이는 3.3 Å 이었다. 한편, 670 sccm 에서는 13 포인트 지점에서 얻어진 두께의 평균값은 61.7 Å 이었고 이때 최고 두께와 최고 두께의 차이는 0.61 Å 이었다.

<46> 상기한 데이터를 통하여 오존의 흐름량이 670 sccm 이었을 때의 박막의 평균두께(61.7 Å)는 300sccm 이었을 때의 박막의 평균두께(64.9 Å)보다 약간 작아짐을 알 수 있다. 그러나, 두께의 차이는 오히려 670 sccm 일 경우에 0.61 Å 이고, 300 sccm 일 때 3.3 Å 으로서, 보다 많은 오존을 플로우시킬 때 작아짐을 알 수 있었다. 이는 오존 흐름량을 대폭 상승시킴으로써 다른 어떤 인자를 교정할 때보다도 더 우세한 두께 균일성 개선 효과를 얻었음을 보여주고 있다.

<47> 도 5는 도 1의 박막증착장치를 이용한 박막증착방법의 다른 실시예를 그래프로 도시한 도면으로서, 도 5에서는 vacuum 퍼지를 적용한 박막증착공정이 개시되어 있다.

<48> 제1반응가스공급부(210)에서 오존이 발생하는 상태에서 오존바이패스밸브(V3)와 오존생성유닛(211)의 밸브(V1, V2)를 제외한 가스공급부(20) 내의 모든 밸브를 닫음으로써 실시되는 vacuum 퍼지단계를 수행한다. vacuum 퍼지단계는 상기한 오존 피딩단계(S1), 오존 퍼지단계(S2), TMA 피딩단계(S3), TMA 퍼지단계(S4) 사이의 임의의 경계에서 선별적으로 수행한다. 본 실시예에서는 오존 퍼지단계(S2)와 TMA 피딩단계(S3) 사이의 경계에서 수행한다. 이 경우, 박막증착공정은 오존피딩(S1) → 오존퍼지(S2) → vacuum 퍼지(V.P) → TMA 피딩(S3) → TMA 퍼

지(S4) → vacuum 퍼지(V.P) 순으로 진행된다. 이는 오존 피딩 → 오존퍼지 → TMA 피딩 → TMA 퍼지로 이루어지는 불활성가스만을 이용한 박막증착방법과 대비된다.

<49> vacuum 퍼지시에는 반응용기에 연결된 가스라인들상에서 최후단 밸브들만 닫는 것이 아니라, 제1밸브(V1) 및 제2밸브(V2) 그리고 오존바이패스밸브(V3)를 제외한 모든 밸브를 닫음으로써 반응용기(10)로 유입되는 모든 가스의 흐름을 차단한다. 이는 가스라인을 통한 반응가스 플로우가 재개되었을 때 국부적인 가스압 축적에 의한 플로우 요동을 막기 위한 것이다. 오존바이패스밸브(V3)를 열어두는 것은 반응용기로의 오존흐름의 요동을 줄이는데 더 유리하기 때문이다. 이때, vacuum 퍼지는 0.1초 ~ 4 초 범위내로 설정되며, 본 실시예에서는 1 초로 설정되었다.

<50> 본 실시예에서, 반응용기는 사이드 플로우(Side Flow) 타입일 수도 있고 샤워헤드 타입일 수도 있다. 상기한 vacuum 퍼지의 활용은 샤워헤드 타입일 때 더 큰 효과를 볼 수 있는데, 그 효과는 스텝커버리지, 박막의 순도, 그리고 두께 제어 선형성(Linearity)등에 나타난다. 이는 통상의 샤워헤드 타입의 반응용기 증착실 볼륨이 사이드 플로우 타입의 반응용기의 증착실 볼륨보다 더 크기 때문이다.

<51> 적절한 vacuum 퍼지를 이용할 경우에, 불활성가스만을 이용할 경우보다 퍼지 효율을 높일 수 있다. 이를 위하여, 샤워헤드 타입에 있어 TMA 가스 분사전에 먼저 분사된 오존은 기판상에서 물론이거니와 샤워헤드 내부 볼륨내에서도 빠르게 퍼지되어야 한다. 그래야만 기상반응이 최대한 배제되고 포화표면 반응만이 기판상에 일어날 수 있기 때문이다.

<52> 그러나 실상 TMA 가스가 기판상에 분사될 때 오존은 기판 표면상에만 흡착되어 있지 않고 기판상 공간 그리고 샤워헤드 내부 볼륨에도 여전히 존재하고 있다. 따라서, 불필요한 반응

가스를 다음 반응가스 유입전에 보다 깨끗하고도 효율적으로 배기라인으로 빠져나가게 하기 위하여 vacuum 퍼지를 추가로 이용하는 것이다.

<53> 한편, 퍼지 효율만을 고려하여 반응가스 퍼지를 vacuum 퍼지만으로 실시하기보다는 퍼지 가스의 유입과 더불어 퍼지를 실시할 필요가 있다. 그것은 박막두께의 균일성, 박막의 조성 제어등과 같은 요소를 고려해야 하기 때문이다.

【발명의 효과】

<54> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 ALD 박막증착방법에 따르면, 상기한 오존의 흐름량을 이용함으로써 기판상에 두께 균일성 및 순도가 더욱 우수한 알루미늄 산화막을 증착할 수 있다는 효과가 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

웨이퍼블럭(15)이 내장되는 리액터블럭(12)과; 상기 리액터블럭(12)을 덮어 소정의 압력이 일정하게 유지되도록 하는 탑리드(13)와; 상기 탑리드(13)의 하부에 설치되는 것으로서, 가스공급부(20)로부터 유입되는 제1반응가스를 상기 기판(w)의 상부로 분사하는 다수의 제1분사홀(14a)과, 상기 가스공급부(20)로부터 유입되는 제2반응가스를 상기 기판(w)의 상부로 분사하는 다수의 제2분사홀(14b)이 형성된 샤워헤드(14);를 포함하는 반응용기(10)를 이용하여 상기 기판(w)상에 알루미늄 산화막(Al_2O_3)을 증착하기 위하여,

기판의 온도를 적어도 $250^{\circ}C$ 이상으로 유지될 수 있도록 온도설정된 웨이퍼블럭(15) 상에 기판(w)을 안착시키는 기판안착단계(S1)와; 제1반응가스와 제2반응가스를 교호적으로 상기 기판(w) 상에 분사하여 Al_2O_3 박막을 증착하는 ALD 박막증착단계(S2);를 포함하고, 상기 ALD 박막증착단계(S2)는,

상기 제1분사홀(14a)들을 통하여 적어도 $100g/cm^3$ 이상의 농도와 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 제1반응가스인 오존을 분사하고, 동시에 상기 제2분사홀(14b)들을 통하여 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 불활성가스를 분사하는 오존 피딩단계(S1)와;

상기 오존의 공급을 중단하고 상기 제1분사홀(14a)들을 통하여 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 불활성가스를 상기 제1분사홀(14a)들로 분사하며, 동시에 상기 오존 피딩단계(S1)에서와 동일한 상기 불활성가스를 제2분사홀(14b)들을 통하여 분사하는 오존 퍼지단계(S2)와;

50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 캐리어가스에 의하여 이송되는 제2반응가스인 TMA를 상기 제2분사홀(14b)들을 통하여 분사하고, 동시에 상기 제1분사홀(14a)들로 50sccm 이상 1000sccm 이하의 흐름량을 가지는 불활성가스를 분사하는 TMA 피딩단계(S3)와;

상기 TMA 의 공급을 중단하고 상기 TMA 피딩단계(S3)에서와 동일한 상기 캐리어가스를 상기 제2분사홀(14b)을 통하여 분사하며, 동시에 상기 TMA 피딩단계(S3)에서와 동일한 상기 불활성가스를 상기 제1분사홀(14a)들로 분사하는 TMA 퍼지단계(S4);로 구성되는 ALD 싸이클을 적어도 2 회 이상 수행하며,

상기 오존 피딩,퍼지단계(S1)(S2)는, 0.1초 ~ 4초 범위내로 설정되고, 상기 TMA 피딩, 퍼지단계(S3)(S4)는 0.1초 ~ 3초 범위내로 설정되는 것을 특징으로 하는 알루미늄 화합물을 이용한 박막증착방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 샤워헤드(14)에 유입되는 불활성가스를 상기 기판(w)의 외주측(리액터블럭의 내측벽)으로 분사하는 가스커튼홀(14d)들이 형성되어 있고,

상기 ALD 박막증착단계가 진행되는 동안에 상기 가스커튼홀(14d)을 통하여 상기 기판(w) 외주측으로 적어도 50sccm 이상의 불활성가스를 분사하는 것을 특징으로 하는 알루미늄 화합물을 이용한 박막증착방법.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 TMA 를 공급하는 캐니스터는 25℃ ~ 40℃ 로 유지되며, 500 cc 에서 3000 cc 이하의 용적을 가지는 것을 특징으로 하는 알루미늄 화합물을 이용한 박막증착방법.

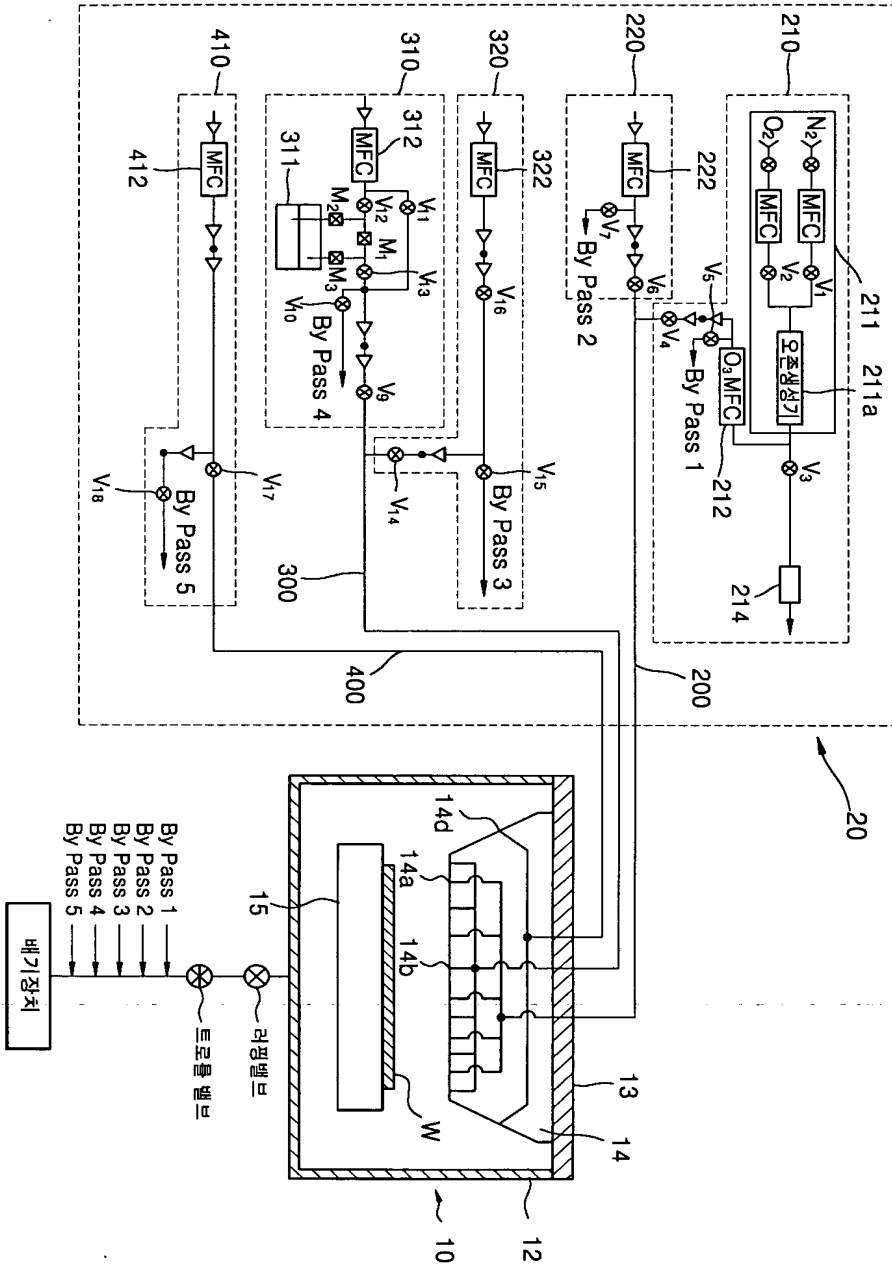
【청구항 4】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 반응용기(10)로 유입되는 모든 가스의 흐름을 차단함으로써 이루어지는 vacuum 퍼지단계를 상기 ALD 싸이클내에 모든 단계들(S1, S2, S3, S4) 사이의 임의의 경계에서 선별적으로 수행하며, 0.1초 ~ 4 초 범위내로 설정되는 것을 특징으로 하는 알루미늄 화합물을 이용한 박막증착방법.

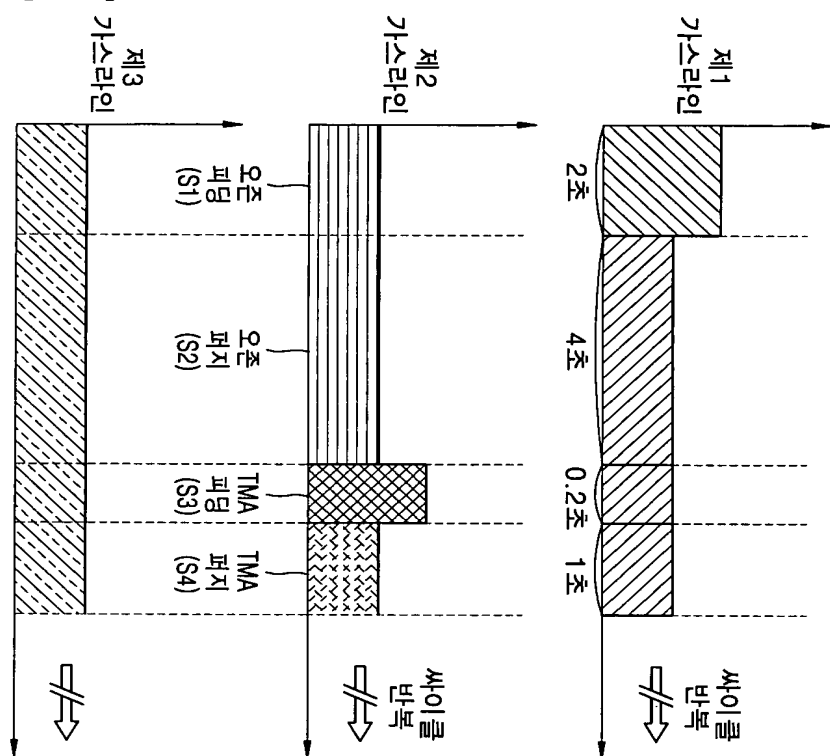
【도면】

【도 1】



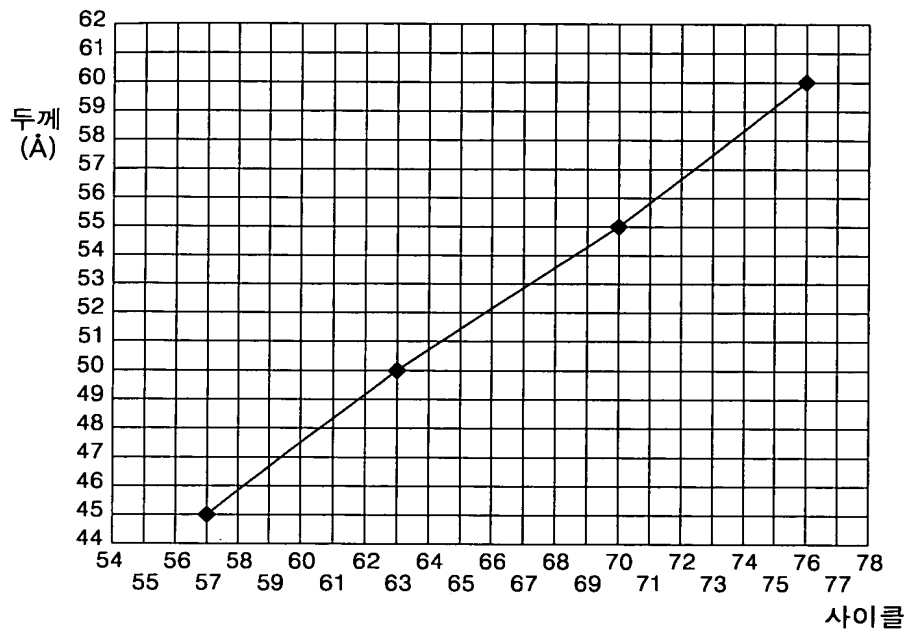


【부 2】

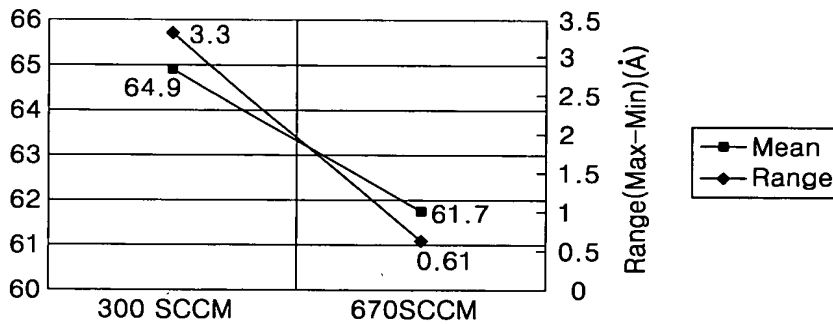


- 제1 반응가스 (오존(O₃))
 - 오존 퍼지가스 (불활성 가스)
 - 제2 반응가스(TMA)+ 캐리어가스
 - 캐리어 가스 (불활성 가스)
 - 메인 퍼지가스 (불활성 가스)
 - 커튼 가스 (불활성 가스)
- ex) O₃ : 300 sccm 설정
- 오존 퍼지가스: Ar 300 sccm 설정
- 캐리어 가스: Ar 300 sccm 설정
- 메인 퍼지가스: Ar 300 sccm 설정
- 커튼 가스: Ar 450 sccm 설정

【도 3】

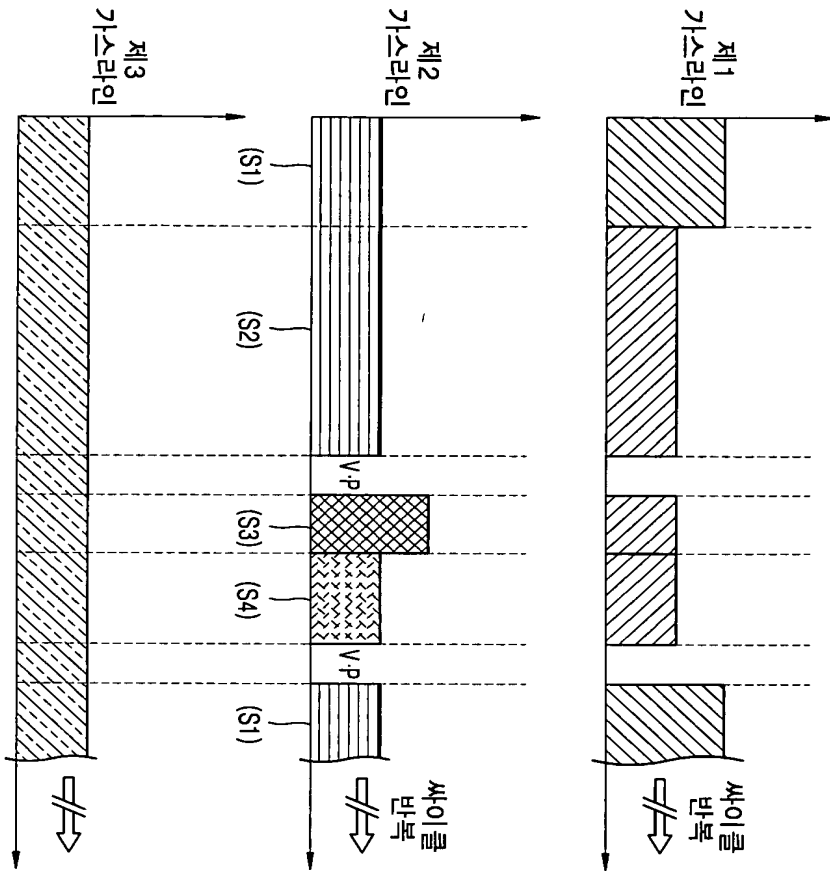


【도 4】



O₃플로우 레이트 증가 효과에 따른 두께 균일도 개선(13point 측정)

【도 5】



- 제1 반응가스 (오존(O₃))
 - 오존 퍼지가스 (불활성 가스)
 - 제2 반응가스(TMA)+ 캐리어가스
 - 캐리어 가스 (불활성 가스)
 - 메인 퍼지가스 (불활성 가스)
 - 커튼 가스 (불활성 가스)
- ex) O₃: 300 sccm 설정
- 오존 퍼지가스: Ar 300 sccm 설정
- 캐리어 가스: Ar 300 sccm 설정
- 메인 퍼지가스: Ar 300 sccm 설정
- 커튼 가스: Ar 450 sccm 설정